



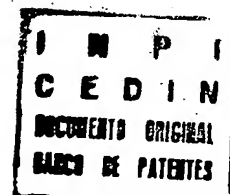
(21) **PI 0002924-6 A**

(51) Int. Cl.⁷.:
E01F 9/06

(22) Data de Depósito: 17/07/2000

(43) Data de Publicação: 17/10/2000
(RPI 1554)

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e do Comércio
Instituto Nacional da Propriedade Industrial



(54) Título: **PNEUMÁTICO E PROCESSO DE DETECÇÃO DE UMA CARACTERÍSTICA DE ADERÊNCIA ENTRE UMA RODA QUE POSSUI UMA BANDA DE RODAGEM DEFORMÁVEL E UM SOLO DE RODAGEM**

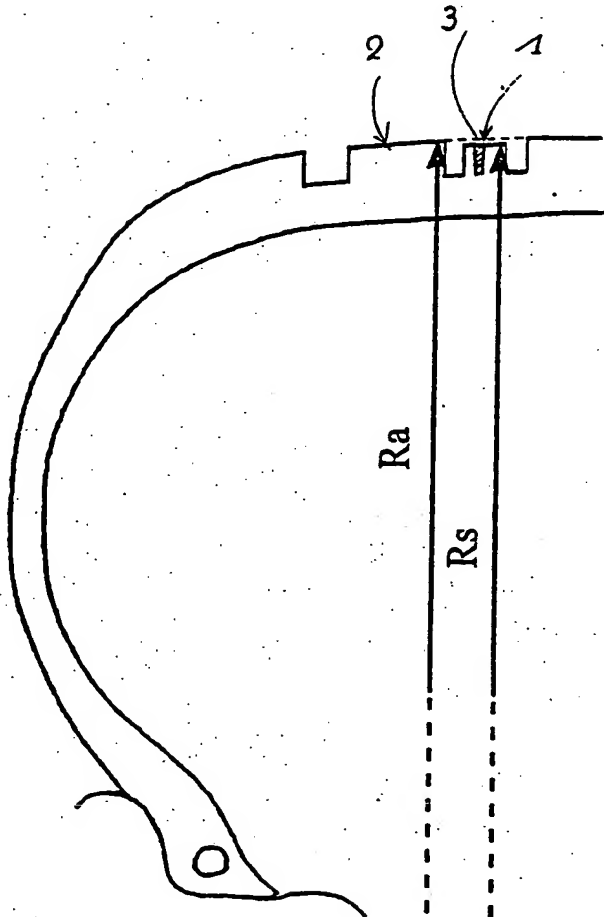
(30) Prioridade Unionista: 10/08/1999 FR 99/10422; 31/12/1999 FR 99/16835

(71) Depositante(s): Société de Technologie Michelin (FR) , Michelin Recherche Et Technique S.A (CH)

(72) Inventor(es): Pierrick Traver

(74) Procurador: Momsen, Leonardos & Cia.

(57) Resumo: "PNEUMÁTICO E PROCESSO DE DETECÇÃO DE UMA CARACTERÍSTICA DE ADERÊNCIA ENTRE UMA RODA QUE POSSUI UMA BANDA DE RODAGEM DEFORMÁVEL E UM SOLO DE RODAGEM" O pneu possui uma nervura sacrificada (1) adjacente a uma nervura comum (2). Em funcionamento normal, a nervura sacrificada (1) desliza sobre o solo enquanto que a nervura comum (2) não desliza sobre o solo. Efetua-se uma medição de potencial de aderência máximo sobre o solo, a qualquer instante, graças à nervura sacrificada (1).



BEST AVAILABLE COPY

“PNEUMÁTICO E PROCESSO DE DETECÇÃO DE UMA CARACTERÍSTICA DE ADERÊNCIA ENTRE UMA RODA QUE POSSUI UMA BANDA DE RODAGEM DEFORMÁVEL E UM SOLO DE RODAGEM”

5 A presente invenção se refere à aderência de um veículo em uma via. Ela se refere mais especialmente à determinação de características de aderência entre uma roda de veículo, equipada com uma cinta elástica tal como um pneumático em rodagem sobre o solo, a partir da obtenção de parâmetros físicos na área de contato entre essa roda e a superfície de
10 rodagem.

Existe com referência a isso uma necessidade de obter indicações “em tempo real” das condições de aderência suscetíveis de afetar o comportamento de um veículo, notadamente no caso em que ele sofre uma aceleração por esforço de motor ou de freamento ou por mudança de
15 trajetória. A invenção visa fornecer um processo e meios para chegar a isso de maneira eficaz.

Na seqüência, é entendido por “potencial de aderência de um elemento dado” (esse elemento podendo ser um bloco de goma, uma nervura de um pneumático ou o pneumático completo), a relação entre o esforço tangencial máximo que esse elemento pode sofrer no decorrer de seu contato com o solo, em um local dado, e o esforço normal aplicado a esse elemento. É designada por “potencial de atrito” a relação entre a tensão tangencial e a
20 tensão vertical que são exercidas em um ponto dado sobre um elemento de goma em deslizamento sobre o solo.

25 Será chamada de “margem de aderência disponível” a diferença entre o potencial de aderência de um elemento e a relação entre o esforço tangencial e o esforço vertical efetivamente aplicados a esse elemento por ocasião de sua passagem na área de contato.

A invenção tem como objeto um pneumático adaptado à

estimativa do potencial de aderência ou da margem de aderência, do qual a banda de rodagem possui um primeiro elemento da banda de rodagem que tem uma superfície de contato com o solo posicionada a uma distância do eixo da roda menor do que aquela de pelo menos um segundo elemento, os ditos
5 elementos sendo tais que, em funcionamento normal, as superfícies dos dois elementos entram em contato com o solo na área de contato e sendo tais para que, em pelo menos uma faixa de condições de rodagem a vigiar, a superfície de contato do primeira elemento sofra um deslizamento em relação ao solo no decorrer de sua passagem na área de contato, o dito pneumático possuindo
10 meios que formam captor no interior do dito primeiro elemento, os meios que formam captor sendo sensíveis pelo menos a um esforço tangencial na dita superfície de contato do dito primeiro elemento no decorrer de sua passagem na área de contato.

A invenção propõe portanto adaptar uma parte de banda de
15 rodagem a fim de fazer a mesma ultrapassar o limite de aderência e proceder a pelo menos uma medição apropriada nessa parte. Se pode integrar captores na banda de rodagem como precisado acima. Mas também se pode proceder à ou às medições apropriadas sem necessariamente integrar captores na banda de rodagem do pneumático.

20 A invenção também propõe um processo de detecção de uma característica de aderência entre uma roda que possui uma banda de rodagem deformável e um solo de rodagem, que compreende as seguintes etapas:

a) Prever pelo menos um primeiro elemento
25 de contato da banda de rodagem que tem uma superfície de contato com o solo posicionada a uma distância do eixo de roda menor do que a distância de uma superfície de contato de pelo menos um segundo elemento com o solo, o afastamento entre as ditas superfícies de contato sendo tal que em funcionamento normal as superfícies dos dois elementos entram ambas em contato com o solo

e que, em pelo menos uma faixa de condições de rodagem a vigiar, a superfície de contato do primeiro elemento sofra um deslizamento em relação ao solo no decorrer de sua passagem na área de contato;

5 b) Produzir um primeiro sinal, representativo de um esforço tangencial na dita superfície de contato do elemento mais próximo do eixo;

 c) Detectar uma variação do dito primeiro sinal, característica de uma perda de aderência;

10 d) Produzir uma estimativa do potencial de atrito na dita superfície de contato do dito primeiro elemento;

 e) Produzir uma estimativa do potencial de aderência do pneumático.

 A invenção permite naturalmente estimar a “margem de aderência disponível” pela diferença entre o potencial de aderência do
15 pneumático e a relação entre os esforços, tangencial e vertical, efetivamente aplicados ao pneumático, se dispõe-se de uma avaliação dos ditos esforços tangencial e vertical. Por exemplo, se pode estimar o esforço tangencial no sentido longitudinal, assim como o esforço vertical por meio do que é descrito na patente US 5,913, 240. Mas também se pode estimar o esforço tangencial e
20 o esforço vertical a partir de medições feitas todas na banda de rodagem. Outros detalhes serão dados a esse sujeito na seqüência.

 Sob um outro aspecto, a invenção propõe estimar a “margem de aderência disponível” sem passar por uma medição ou uma estimativa dos esforços, vertical e tangencial, efetivamente aplicados ao pneumático. Para
25 isso, a invenção propõe um processo de detecção de uma característica de aderência entre uma roda que possui uma banda de rodagem deformável e um solo de rodagem, que compreende as seguintes etapas:

 a) Prever pelo menos um primeiro elemento de contato da banda de rodagem que tem uma superfície de contato

com o solo posicionada a uma distância do eixo de roda menor do que a distância de uma superfície de contato de pelo menos um segundo elemento (2) com o solo, o afastamento entre as ditas superfícies de contato sendo tal que em funcionamento normal as superfícies dos dois elementos entram ambas em contato com o solo;

b) Produzir um primeiro sinal representativo de um esforço tangencial em uma zona da superfície de contato do dito primeiro elemento;

c) Detectar no dito primeiro sinal o instante de entrada na área de contato do dito primeiro elemento;

d) Detectar no dito primeiro sinal o instante em que o primeiro sinal sofre uma variação característica de uma perda de aderência; e

e) Produzir uma indicação característica de uma margem de aderência disponível a partir de uma função do primeiro sinal entre o instante de detecção da entrada na área de contato e o instante de detecção da dita variação característica.

A invenção é ilustrada pelas seguintes figuras:

- a figura 1 é um corte radial de um pneumático utilizável com o processo de acordo com a invenção,

- a figura 2 esquematiza o funcionamento do pneumático,

- a figura 3 é uma tabela diagrama das observações típicas do processo da invenção em um caso idealizado,

- a figura 4 mostra observações propostas pela invenção,

- a figura 5 mostra outras observações propostas pela invenção,

- a figura 6 mostra outras observação ainda

propostas pela invenção.

O pneumático de acordo com a invenção possui, ou uma ou várias nervuras 1 completas, ou um ou vários blocos de escultura, cuja circunferência exterior tem um raio R_s inferior ao raio R_a da circunferência das nervuras 2 comuns ou dos blocos comuns adjacentes (ver a fig. 1).

Uma tal nervura 1 ou um tal bloco serão chamados respectivamente de “nervura sacrificada” ou de “bloco sacrificado” ou de “primeiro elemento” na seqüência do documento. A patente US 4.480.671 mostra uma tal nervura sacrificada [ver a nervura lateral 8]. Por contraste, qualquer outra parte da escultura do pneumático será designada por “nervura 2 comum” ou “bloco comum” ou “segundo elemento”. O profissional sabe que a diferença entre R_a e R_s pode se autodeterminar no decorrer do desgaste do pneu em serviço normal. Uma vantagem da invenção é de poder assim apreender a margem de aderência disponível até o desgaste total do pneu, graças a uma medição do potencial de atrito feita em uma nervura sacrificada.

O pneumático assim adaptado vai permitir estimar o “potencial de aderência”, noção definida acima e utilizada essencialmente em ligação com o conjunto da banda de rodagem. O pneumático assim adaptado pode também permitir estimar o “potencial de atrito”, noção definida acima e utilizada em ligação com a nervura ou bloco sacrificado.

Em funcionamento normal, a nervura sacrificada 1 desliza sobre o solo enquanto que a nervura comum 2 não desliza sobre o solo. É efetuada uma medição do potencial de aderência máximo sobre o solo, a qualquer instante, graças à nervura sacrificada 1.

No interior de cada nervura sacrificada, ou de cada bloco sacrificado, um ou vários captadores 3 permitem medir as deformações ou as tensões que essa nervura ou esse bloco sofrem no decorrer da rodagem do pneu, nas direções longitudinal e transversal; a medição das tensões e das deformações também pode ser efetuada na direção vertical, o que melhora o

desempenho do sistema.

Com um captor 3 apropriado, se pode obter essas medidas durante toda a duração de vida do pneumático. É evidentemente desejável que a parte da banda de rodagem do pneumático específica para a medição seja a menor possível, ou mais fundamentalmente que essa parte não degrade os desempenhos do pneumático. É por essa razão que pode ser interessante limitá-la a um ou a um pequeno número de blocos de borracha, ou limitá-la a uma nervura circunferencial que seja a mais estreita possível. Se pode obter a informação desejada fazendo-se uma única medição por volta do pneumático. No que diz respeito ao veículo, parece supérfluo que todos os seus pneumáticos sejam concernidos por tais medições, um pneumático por lado parecendo amplamente suficiente.

Por ocasião de uma rodagem livre (i.e. sem torque de motor nem de freamento, F_1 representando o sentido de rotação e F_2 o sentido de deslocamento) e em linha reta do pneumático em uma via, quando um ponto na superfície de uma nervura sacrificada entra em contato com a via, uma tensão de cisalhamento de freamento σ_f se desenvolve na interface entre a nervura sacrificada e a via (fig. 2); ela se adiciona à tensão em forma de seno que se aplica normalmente em toda a nervura e da qual um exemplo de representação é dado pela curva relativa à nervura 2 na figura 3; a tensão resultante na nervura sacrificada toma a forma da curva relativa à nervura 1 na figura 3; essa tensão aumenta a partir do instante do início do contato até o instante no qual a tensão de cisalhamento atinge o valor máximo permitido pelo potencial de atrito da goma sobre o solo.

A figura 3 apresenta o caso teórico de um potencial de atrito infinito ou muito grande. Ela mostra as tensões de cisalhamento longitudinais (em daN/cm²) em uma nervura sacrificada e em uma nervura normal adjacente à nervura sacrificada, na área de contato, em função da distância "D" (em mm) entre a borda da área de contato e o ponto considerado. Nesse

caso, a tensão de cisalhamento cresce, em valor absoluto, até o instante em que o ponto deixa o contato com a via.

Se o potencial de atrito não é infinito, o que é o caso na realidade, o ponto em questão desliza na superfície da via desde que a tensão de cisalhamento atinge o valor máximo permitido pelo potencial de atrito. A figura 4 mostra, para um caso mais realista no qual o potencial de atrito é igual a 0,5, as tensões de cisalhamento longitudinais (em daN/cm²) em uma nervura sacrificada e em uma nervura normal adjacente à nervura sacrificada, na área de contato, em função da distância "D" (em mm) entre a borda da área de contato e o ponto considerado. O sinal que representa a tensão de cisalhamento em função da distância percorrida pelo centro da roda é diferente do sinal representado na figura 3. A forma do sinal, e notadamente o valor máximo dele, estão em relação direta com o potencial de atrito.

Se o potencial evolui, a parte inicial do sinal de tensão representado em função da distância percorrida (igual à velocidade multiplicada pelo tempo escoado desde o instante do início de contato entre o ponto e o solo) muda pouco; em contrapartida a parte final do sinal é modificada em relação com o nível de potencial. Assim, a análise do sinal da tensão de cisalhamento exercida sobre a nervura sacrificada fornece uma informação sobre o potencial de atrito entre a nervura e a via, que é ele próprio diretamente correlato com o potencial de aderência do pneumático sobre a via.

A partir de uma relação preestabelecida para ligar o potencial de atrito da nervura e o potencial de aderência do pneumático, por um lado, e de um procedimento de re-aferição regular que utiliza por exemplo a propriedade de acordo com a qual o potencial de aderência máximo do pneumático em todas as condições de via confundidas evolui pouco, é possível deduzir o valor do potencial de aderência do pneumático do valor da tensão de cisalhamento exercida sobre a nervura sacrificada ou de qualquer

5 sinal representativo dessa tensão de cisalhamento. Esse procedimento de re-aferição é necessário pois a pressão sob a nervura sacrificada pode evoluir no decorrer do uso do pneumático, por exemplo em função do desgaste do pneumático, para condições idênticas de carga do pneumático e de pressão de inflação e essa evolução da pressão introduz uma variável que modifica a relação entre a tensão de cisalhamento exercida sobre a nervura e o potencial de aderência do pneumático.

10 Se a nervura sacrificada é além disso equipada de uma medição da tensão vertical no mesmo ponto, é possível calcular o coeficiente de atrito entre a nervura e o solo efetuando para isso a relação entre a tensão de cisalhamento e a tensão vertical. Nesse caso, não é nem mesmo mais útil proceder a uma re-aferição regular para avaliar o potencial de aderência do pneumático.

15 Por consequência, em uma variante vantajosa do processo de detecção, as etapas que visam detectar uma variação do dito primeiro sinal e produzir uma estimativa do potencial de aderência na dita superfície de contato do pneumático compreendem as seguintes operações:

20 a) Produzir um segundo sinal, representativo de um esforço vertical na dita superfície de contato do dito primeiro elemento;

b) Produzir a partir dos primeiro e segundo sinais um terceiro sinal, representativo da relação entre o esforço tangencial e o esforço vertical;

25 c) Detectar uma variação do dito terceiro sinal característica de uma perda de aderência;

d) Produzir uma estimativa do potencial de atrito na dita superfície de contato do primeiro elemento; e

e) A partir do potencial de atrito, produzir uma estimativa do potencial de aderência na dita superfície de

contato do pneumático.

A tensão de freamento, que se desenvolve no contato, resulta da diferença dos comprimentos das circunferências exteriores da nervura sacrificada e das nervuras adjacentes. Assim, modificando-se essa diferença de comprimentos, modifica-se a rapidez do crescimento da tensão entre os instantes de entrada em contato e de saída do contato: quanto mais a diferença de comprimentos é grande, mais a tensão de cisalhamento aumenta rapidamente.

Se o pneumático roda com um ângulo de desvio, uma tensão transversal se desenvolve na interface entre a nervura sacrificada e a via. Essa tensão transversal se adiciona vetorialmente à tensão longitudinal. A resultante sofre então a mesma evolução que a evolução descrita precedentemente, a saber que seu módulo aumenta entre o instante em que se estabelece o contato e o instante em que seu valor atinge a tensão máxima permitida pelo potencial de atrito, na medida em que a diferença entre esses comprimentos das circunferências da nervura sacrificada e das nervuras adjacentes tenha um nível suficiente.

Em uma outra aplicação vantajosa do processo, procede-se por outro lado às seguintes etapas:

a) Produzir um primeiro sinal de banda de rodagem funcional, representativo de um esforço tangencial em uma zona da superfície de contato do dito pelo menos um segundo elemento;

b) Produzir um segundo sinal de banda de rodagem funcional, representativo de um esforço vertical em uma zona da superfície de contato do dito pelo menos um segundo elemento;

c) Produzir uma indicação característica do esforço tangencial aplicado ao pneumático, a partir da integração do

dito primeiro sinal de banda de rodagem funcional, entre os instantes de início e de fim de contato com o solo da dita zona, na largura do pneumático;

5 d) Produzir uma indicação característica do esforço vertical aplicado ao pneumático, a partir da integração do dito segundo sinal de banda de rodagem funcional, entre os instantes de início e de fim de contato com o solo da dita zona, na largura do pneumático;

10 e) Determinar a “margem de aderência disponível” pela diferença entre o potencial de aderência do pneumático e a relação entre os ditos esforços tangencial e esforço vertical aplicados ao pneumático.

Esse modo de estimar a “margem de aderência disponível” impõe estimar o esforço vertical e o esforço tangencial nos elementos da
15 banda de rodagem. Será exposto na seqüência um outro processo que dispensa desse conhecimento ou dessa estimativa.

A figura 5 mostra as tensões de cisalhamento longitudinais (em daN/cm²) em uma nervura sacrificada, na área de contato, em função da distância “D” (em mm) entre a borda da área de contato e o ponto
20 considerado, no caso da rodagem com um torque de freamento e um potencial de atrito que vale 0.5 (curva A), no caso de uma rodagem livre e um potencial de atrito infinito (curva B), e no caso da rodagem livre e um potencial de atrito que vale 0.5 (curva C). Se um torque de motor ou de freamento é exercido sobre o pneumático, uma tensão longitudinal vem se adicionar ou se
25 subtrair à tensão induzida pela diferença dos comprimentos das circunferências das nervuras. Por exemplo, no caso de um torque de freamento, o sinal de tensão cresce mais rapidamente, em função da distância percorrida, do que no caso em que a roda funciona com torque nulo (fig. 5).

A figura 6 representa sinais representativos das tensões de cisalhamento longitudinais (em daN/cm²), em função da distância "D" (em mm) entre a borda da área de contato e o ponto considerado, desenvolvidas sob uma nervura sacrificada e sobre um solo dado, por um lado no caso em que um torque de freamento é aplicado (curva 1) e por outro lado em rotação livre (curva 2). Os pontos B1 e B2 são os pontos das curvas que correspondem a uma variação brusca da inclinação dessas curvas. Essa variação brusca é representativa de uma perda de aderência (início de deslizamento) ou de uma retomada de aderência (final de deslizamento). O ponto A0 corresponde ao início da área de contato. Na figura 6, se pode observar que o gradiente médio da curva 1 entre o ponto A0 e o ponto B1 é superior em valor absoluto ao gradiente da curva 2 entre os pontos A0 e B2. Isso deve ser associado com o fato de que a margem de aderência disponível no caso que corresponde à curva 1 é inferior à margem de aderência disponível no caso que corresponde à curva 2. A relação entre o dito gradiente médio e o valor do sinal no ponto característico de uma perda de aderência (respectivamente B1 e B2 nas curvas 1 e 2) é um exemplo de indicador da margem de aderência disponível.

É por isso que, em uma aplicação especial do processo que visa produzir uma indicação da margem de aderência disponível, sem passar por uma medição ou uma estimativa dos esforços, vertical e tangencial, efetivamente aplicados ao pneumático, a invenção propõe que a função do sinal seja a relação entre o valor médio da derivada primeira do dito sinal em relação ao tempo e o valor do sinal no ponto característico de uma perda de aderência.

De acordo com um outro aspecto, se pode observar que o comprimento do segmento A0-A1 é menor do que o comprimento do segmento A0-A2, traduzindo o fato de que a margem de aderência disponível no caso da curva 1, que corresponde ao torque de freamento, é menor do que a margem de aderência disponível no caso da curva 2 que corresponde ao caso

da rodagem livre. Assim, a partir do comprimento desses segmentos se dispõe de uma outra informação representativa da margem de aderência disponível, a dita margem de aderência decrescendo ao mesmo tempo que o comprimento dos ditos segmentos diminui.

5 É por essa razão que, em uma aplicação especial do processo que visa produzir uma indicação da margem de aderência disponível, sem passar por uma medição ou uma estimativa dos esforços, vertical e tangencial, efetivamente aplicados ao pneumático, a invenção propõe que a função do sinal seja o intervalo de tempo que separa as detecções.

10 Assim, a partir de uma análise apropriada do sinal de tensão representado em função da distância percorrida, igual ao produto da velocidade pelo tempo escoado desde a entrada em contato com o solo do ponto no qual a medição é efetuada, é possível retirar duas informações: uma
15 informação representativa do potencial de aderência entre o pneumático e a via, e uma informação relativa ao nível de solicitação (motriz, de freamento ou transversal) exercida sobre o pneumático, e que permite portanto conhecer a margem de aderência disponível do pneumático.

 É possível utilizar da mesma maneira medições das
20 deformações longitudinal e transversal da nervura no lugar das medições de tensões. Simplesmente, no caso em que se desejaria calcular o coeficiente de atrito, uma aferição prévia entre os valores de deformações e de tensões deve ser realizada e levada em consideração no cálculo.

 Tudo o que acaba de ser descrito para uma nervura sacrificada pode ser aplicado ao caso de um bloco sacrificado.

25 Para certos pneumáticos, pode ser difícil produzir, sob a nervura sacrificada, uma tensão de cisalhamento suficientemente grande para provocar o deslizamento dessa última sobre qualquer tipo de revestimento e desde a rodagem livre do pneumático, no caso em que a nervura sacrificada é realizada no mesmo material que as nervuras adjacentes. No decorrer do

desgaste do pneumático, a pressão de contato vertical entre as nervuras sacrificadas ou os blocos sacrificados e o solo corre o risco de se tornar muito pequena devido a um desgaste inicial mais rápido dessas nervuras ou blocos sacrificados do que o desgaste inicial dos outros blocos ou nervuras do pneumático. Isso pode prejudicar na precisão da medição dos potenciais de aderência quando essas nervuras ou blocos sacrificados atingiram esse estado de desgaste em que a pressão de contato é muito pequena.

Sabe-se que, negligenciando-se o efeito de entalhe devido às esculturas, a pressão exercida sobre o solo na área de contato corresponde sensivelmente à pressão nominal de inflação do pneumático. Ora, por sua natureza, sob uma nervura sacrificada, só é encontrada uma fração da dita pressão de inflação. Para fixar as idéias, foi observado experimentalmente que as medições propostas pela presente invenção dão resultados confiáveis se é encontrada sob a nervura sacrificada (ou mais geralmente do primeiro elemento) uma pressão residual de contato sobre o solo que vale de preferência pelo menos 30 % a 40 % (e vantajosamente pelo menos 50 %) da pressão nominal.

Ora em rodagem livre e pelo fenômeno de desgaste da borracha, se estabelece um equilíbrio tal que a velocidade de desgaste dos primeiro e segundo elementos é idêntica, a diferença de altura entre os primeiro e segundo elementos sendo nesse caso constante. A esse equilíbrio, se pode constatar uma certa pressão residual sob a nervura sacrificada. Quando essa pressão residual é muito pequena (por exemplo 10 % da pressão nominal), não se pode proceder às medições às quais se refere o presente pedido, ou pelo menos tais medições não são confiáveis pois não são representativas da aderência que prevalece sob os elementos comuns (quer dizer não sacrificados) da banda de rodagem. É por essa razão que é proposto utilizar para a nervura sacrificada um material modificado, de modo a que a pressão residual seja suficientemente grande. Foi verificado

experimentalmente que as condições de medição são bem melhores e que os resultados são suficientemente representativos das condições de aderência que prevalece para os materiais não modificados.

Assim, em um aspecto da presente invenção, o dito primeiro
5 elemento (ver a nervura 1 na figura 1) é realizado em um material diferente do material no qual é realizado o dito segundo elemento, que confere ao dito primeiro elemento uma melhor resistência ao desgaste do que a resistência ao desgaste do dito segundo elemento. Desse modo, apesar do fato de que, pela
10 natureza da invenção, o dito elemento se encontra solicitado de um modo prejudicial a sua longevidade, o dito primeiro elemento é mantido em condições aptas para a estimativa do potencial de aderência ou da margem de aderência.

Uma primeira variante de um pneumático de acordo com a invenção se refere a um pneumático no qual o dito primeiro elemento (ver
15 nervura 1 na figura 1) é realizado em um material diferente do material no qual é realizado o dito segundo elemento, que confere ao dito primeiro elemento um potencial de aderência inferior ao do dito segundo elemento. Isso tem como vantagem diminuir as tensões tangenciais necessárias para provocar o deslizamento da nervura sacrificada.

20 É possível por exemplo, no estágio da fabricação do pneumático, realizar uma banda de rodagem por coextrusão a partir das diferentes borrachas cruas convenientes. O interesse desse aspecto é permitir que esses elementos sacrificados deslizem, sobre um solo dado, para solicitações de cisalhamento menores que as que seriam necessárias se esses
25 elementos fossem constituídos pelo mesmo material que o material dos outros blocos ou nervuras do pneumático. A velocidade de desgaste de um elemento de goma decrescendo muito rapidamente quando se diminui a tensão de cisalhamento que é exercida na área de contato entre esse elemento e o solo, quando esse elemento desliza sobre o solo, a consequência dessa melhora é

que as nervuras ou blocos sacrificados realizados nesse material menos aderente se desgastarão menos rápido, e que a pressão de contato vertical entre essas nervuras ou blocos sacrificados e o solo também diminuirá menos rápido no decorrer do desgaste do pneumático.

5 Uma outra variante de um pneumático de acordo com a invenção se refere a um pneumático no qual o dito primeiro elemento é realizado em um material de maior módulo de Young do que o módulo de Young do material no qual é realizado o dito segundo elemento. Isso tem como consequência aumentar as tensões tangenciais na origem do
10 deslizamento. É possível combinar essa disposição com a precedente.

Essa é igualmente a razão pela qual também é proposto, em uma outra variante de realização vantajosa, realizar as ditas nervuras ou blocos sacrificados em um material que apresenta uma melhor resistência ao desgaste do que os materiais que constituem as outras nervuras ou blocos de
15 escultura do pneumático. O interesse desse aspecto é aqui ainda diminuir a velocidade de desgaste dessas nervuras ou blocos sacrificados com, como consequência, uma diminuição menos rápida da pressão de contato vertical entre as nervuras ou blocos sacrificados no decorrer do desgaste do pneumático.

20 Essa três variantes podem ser vantajosamente combinadas. É possível assim manter, durante todo o tempo de duração de vida do pneumático, uma pressão de contato vertical suficiente, entre as nervuras ou blocos sacrificados e o solo, para garantir uma boa precisão da medição dos potenciais de aderência.

25 O potencial de aderência do pneumático sobre a via condiciona diretamente o nível máximo dos esforços de guia, de freamento e de motricidade que podem ser transmitidos ao veículo. Ele é um elemento determinante da mobilidade e da posição de estrada dos veículos.

Estudos estatísticos conduzidos em vários países mostram que

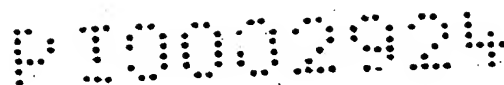
existe uma relação inegável entre esse potencial de aderência e o risco de acidentes em via molhada: quanto menor é o nível do potencial de aderência em via molhada, maior é o risco de acidente. A segurança dos usuários depende portanto estreitamente do potencial de aderência.

5 Um fato importante que está em jogo para a segurança é o de se poder avaliar o nível de potencial de aderência do pneumático o mais cedo possível antes de atingir o limite de aderência, pois a possibilidade de evitar um acidente em caso de aderência insuficiente será ainda maior quanto mais cedo forem realizadas as ações para adaptar as condições de rodagem do
10 veículo.

O princípio de concepção do pneumático apresentado aqui representa um interesse importante desse ponto de vista. De fato, ele permite avaliar o nível do potencial de aderência mesmo quando o pneumático está em rodagem livre, o que é o mesmo que dizer que é possível determinar esse
15 potencial em todas as condições de rodagem do veículo, desde a situação em rodagem em linha reta com velocidade constante até as situações de freamento e de aceleração máximos, ou de curvas tomadas no limite de aderência. O potencial de aderência disponível pode assim ser avaliado em permanência.

20 A partir das mesmas medições, também é possível conhecer a parte do potencial de aderência efetivamente utilizada.

A tabela seguinte ilustra aplicações permitidas pelo conhecimento dessas informações.



DESTINATÁRIO DA INFORMAÇÃO			
INFORMAÇÕES CAPTADAS	MOTORISTA	VEÍCULO	OUTROS USUÁRIOS & GESTORES ESTRADAS
POTENCIAL ADERÊNCIA	<ul style="list-style-type: none"> • Informar variações de nível de potencial aderência • Comparar o potencial instantâneo com uma população estatística dos níveis de aderência e informar sobre a posição desse potencial instantâneo em relação a essa população (nível forte, médio, fraco, muito fraco) 	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptar a estratégia de comando de sistemas ativos (anti-bloqueio, anti-patinagem, controle de trajetória) • Assistir o motorista, corrigir comandos, quando esses comandos se revelam inadequados ou quando uma ação corretora se revela necessária levando-se em consideração a resposta prevista do veículo 	<ul style="list-style-type: none"> • Informar os outros usuários sobre o nível de aderência disponível em qualquer ponto da rede (em associação com um sistema de determinação exata de posição) • Fornecer aos organismos encarregados pela manutenção da rede dados em tempo real que permitam uma gestão ótima da manutenção
MARGEM DE ADERÊNCIA DISPONÍVEL	Informar o motorista sobre a taxa de utilização do potencial e alertá-lo com a aproximação do limite de aderência	Regular sistemas ativos (anti-bloqueio, anti-patinagem, controle de trajetória)	Alerar os gestores das redes de estradas sobre os pontos nos quais o limite de aderência é aproximado com mais frequência

A partir do conhecimento de somente o potencial de aderência disponível, ou de uma informação diretamente correlata com o potencial de aderência, é possível:

- informar o motorista do veículo:

5

⇒ quando as variações do nível de aderência sobrevêm: por exemplo, se o potencial diminui, acima de um certo nível de variação, um alerta pode ser fornecido ao motorista sob uma forma sonora ou visual para incitá-lo a adaptar sua direção e a aumentar sua vigilância;

10

⇒ sobre o nível relativo de aderência do qual ele dispõe em um instante dado em comparação com uma base estatística dos níveis de aderência encontrados; a informação colhida de modo contínuo, quando o veículo roda, pode alimentar uma base de dados implantada em um sistema informático ligado ao veículo ou exterior ao veículo (base de dados centralizada com a qual o veículo se comunicaria); além disso, essa informação pode ser comparada com a população estatística já estocada na base de dados para determinar a qual percentil da população ela corresponde; esse resultado pode ser convertido em uma informação simples fornecida para o motorista (por exemplo pela indicação de um nível condicional que qualifica a aderência disponível: forte, média, fraca, muito fraca);

15

20

- agir sobre o veículo:

25

⇒ adaptando a estratégia de comando de sistemas do veículo tais como os sistemas de anti-bloqueio de rodas, de anti-patinação e de controle ativo de trajetória: esses sistemas poderiam dispor de estratégias diferentes de acordo com o nível de aderência e predefinidas por construção; em função do nível instantâneo de aderência, a estratégia de comando mais adaptada

poderia ser empregada;

⇒ permitindo a determinação dos comandos ótimos a aplicar em um órgão do veículo: simulações digitais em tempo real podem agora ser realizadas nos veículos; conhecendo-se o nível de aderência, é possível buscar o comando a aplicar em um órgão (freio por exemplo) para que a resposta seja ótima; também é possível prever por simulação qual será a resposta do veículo aos comandos exercidos pelo motorista e corrigir em consequência dela seus comandos ou assisti-lo no caso em que os comandos se revelariam inadequados;

• informar os outros usuários da estrada e os organismos encarregados pela gestão da rede de estradas, comunicando essas informações a bases centrais de dados; os meios atuais de comunicação e de localização dos móveis (sistema GPS por exemplo) permitem associar a cada informação sobre o potencial de aderência fornecida por um veículo a localização precisa da porção de estrada correspondente e transmitir essas informações a um sistema centralizado; partindo dessas informações, é possível:

⇒ informar os outros usuários da estrada, e seus veículos, sobre o nível disponível em um ponto dado antes mesmo que eles tenham atingido esse ponto, o que permite antecipar ainda mais as ações corretivas eventualmente necessárias ao nível dos comandos dos veículos;

⇒ fornecer aos gestores da rede de estradas informações estatísticas precisas e em tempo real sobre o nível de aderência, tornando assim inúteis as operações regulares de medição de aderência realizadas em certos países para vigiar sua rede de estradas.

Se essa informação sobre o potencial de aderência disponível é completada pela informação sobre o nível de aderência efetivamente utilizado,

é possível além disso;

- informar o motorista sobre a taxa de utilização desse potencial disponível e alertá-lo com a aproximação do limite de aderência;

- regular sistemas do veículo (sistemas anti-bloqueio de rodas ou anti-patinagem, por exemplo) diretamente a partir da diferença entre o potencial disponível e o potencial utilizado;

- fornecer às pessoas encarregadas pela gestão da rede de estradas informações estatísticas que permitem detectar os pontos da rede nos quais o limite de aderência é com mais frequência aproximado e onde o risco de acidente pode ser grande devido a isso, antes mesmo que esse risco seja expresso através das estatísticas de acidentes.

É possível por exemplo proceder a uma medição como explicado pela patente DE 3937966 A1. Por exemplo, um elemento magnético pode ser incorporado em um bloco ou uma nervura sacrificada, em um local tal para que esse elemento sofra um deslocamento relativo em relação a captadores de efeito Hall colocados no pneumático quando o dito bloco ou nervura sacrificada é submetido a um esforço tangencial ou a um esforço normal. Os captadores de efeito Hall são dispostos de modo a medir o deslocamento do elemento magnético no mínimo sob o efeito de um esforço tangencial aplicado na superfície do bloco ou da nervura sacrificada, e mesmo a medir além disso seu deslocamento, de modo distinto, sob o efeito de um esforço normal aplicado a esse bloco ou a essa nervura sacrificada.

Em variante, se poderia assim efetuar uma medição como ensinado pela patente US 5 864 056 ou US 5 502 433.

Os sinais assim medidos são enviados a uma unidade de cálculo que determina o potencial de aderência e a margem de aderência disponível de acordo com um dos processos propostos. Será notado que a tecnologia atual permite a transmissão, de preferência a teletransmissão de sinais a partir de uma ou várias unidade de medição implantadas na banda de

rodagem e no veículo propriamente dito, o que não é o objeto dessa invenção tratar desse aspecto, que é relativamente independente dos aspectos de medições que são tratados aqui.

Essa informações calculadas são elas próprias endereçadas, por exemplo a um dispositivo que permite informar o motorista, ou então são enviadas, por exemplo por via hertziana, a um sistema exterior ao veículo, que permite centralizar as informações relativas ao potencial de aderência do solo e destinado a informar todos os usuários da estrada, ou então ainda são utilizadas para regular sistemas ou órgãos do veículo no qual o pneumático está montado.

REIVINDICAÇÕES

1. Pneumático do qual a banda de rodagem possui um primeiro elemento (1) da banda de rodagem que tem uma superfície de contato com o solo posicionada a uma distância do eixo da roda menor do que aquela de pelo menos um segundo elemento (2), os ditos elementos sendo tais que, em funcionamento normal, as superfícies dos dois elementos entram em contato com o solo na área de contato e sendo tais para que, em pelo menos uma faixa de condições de rodagem a vigiar, a superfície de contato do primeira elemento sofra um deslizamento em relação ao solo no decorrer de sua passagem na área de contato, caracterizado pelo fato de que ele possui meios que formam captor no interior do dito primeiro elemento (1), os meios que formam captor sendo sensíveis pelo menos a um esforço tangencial na dita superfície de contato do dito primeiro elemento no decorrer de sua passagem na área de contato.

2. Pneumático de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito primeiro elemento (1) é realizado em um material diferente do material no qual é realizado o dito segundo elemento (2), que confere ao dito primeiro elemento um potencial de aderência inferior ao potencial de aderência do dito segundo elemento.

3. Pneumático de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito primeiro elemento (1) é realizado em um material diferente do material no qual é realizado o dito segundo elemento(2), que confere ao dito primeiro elemento uma melhor resistência ao desgaste do que a resistência ao desgaste do dito segundo elemento.

4. Pneumático de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito primeiro elemento (1) é realizado em um material de maior módulo de Young do que o módulo de Young do material no qual é realizado o dito segundo elemento (2).

5. Processo de detecção de uma característica de aderência

entre uma roda que possui uma banda de rodagem deformável e um solo de rodagem, caracterizado pelo fato de que ele compreende as seguintes etapas:

a) Prever pelo menos um primeiro elemento

(1) de contato da banda de rodagem que tem uma superfície de contato com o solo posicionada a uma distância do eixo de roda menor do que a distância de uma superfície de contato de pelo menos um segundo elemento (2) com o solo, o afastamento entre as ditas superfícies de contato sendo tal que em funcionamento normal as superfícies dos dois elementos entram ambas em contato com o solo e que, em pelo menos uma faixa de condições de rodagem a vigiar, a superfície de contato do primeiro elemento sofra um deslizamento em relação ao solo no decorrer de sua passagem na área de contato;

b) Produzir um primeiro sinal, representativo

de um esforço tangencial na dita superfície de contato do elemento mais próximo do eixo;

c) Detectar uma variação do dito primeiro sinal, característica de uma perda de aderência;

d) Produzir uma estimativa do potencial de

atrito na dita superfície de contato do dito primeiro elemento;

e) Produzir uma estimativa do potencial de

aderência do pneumático.

6. Processo de detecção de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que as etapas que visam detectar uma variação do dito primeiro sinal e produzir uma estimativa do potencial de aderência do dito pneumático compreendem as seguintes operações:

a) Produzir um segundo sinal, representativo

de um esforço vertical na dita superfície de contato do dito primeiro elemento;

b) Produzir a partir dos primeiro e segundo sinais um terceiro sinal, representativo da relação entre o esforço tangencial e o esforço vertical;

c) Detectar uma variação do dito terceiro sinal característica de uma perda de aderência;

d) Produzir uma estimativa do potencial de atrito na dita superfície de contato do primeiro elemento; e

e) A partir do potencial de atrito, produzir uma estimativa do potencial de aderência do dito pneumático.

7. Processo de acordo com uma das reivindicações 5 ou 6, caracterizado pelo fato de que ele compreende por outro lado as seguintes etapas:

f) Produzir um primeiro sinal de banda de rodagem funcional, representativo de um esforço tangencial em uma zona da superfície de contato do dito pelo menos um segundo elemento;

g) Produzir um segundo sinal de banda de rodagem funcional, representativo de um esforço vertical em uma zona da superfície de contato do dito pelo menos um segundo elemento;

h) Produzir uma indicação característica do esforço tangencial aplicado ao pneumático, a partir da integração do dito primeiro sinal de banda de rodagem funcional, entre os instantes de início e de fim de contato com o solo da dita zona, e em toda a largura do pneumático;

i) Produzir uma indicação característica do esforço vertical aplicado ao pneumático, a partir da integração do dito segundo sinal de banda de rodagem funcional, entre os instantes de início e de fim de contato com o solo da dita zona, e em toda a

largura do pneumático;

j) Determinar a “margem de aderência disponível” pela diferença entre o potencial de aderência do pneumático e a relação entre os ditos esforços tangencial e esforço vertical aplicados ao pneumático.

8. Processo de detecção de uma característica de aderência entre uma roda que possui uma banda de rodagem deformável e um solo de rodagem, caracterizado pelo fato de que ele compreende as seguintes etapas:

a) Prever pelo menos um primeiro elemento de contato da banda de rodagem que tem uma superfície de contato com o solo posicionada a uma distância do eixo de roda menor do que a distância de uma superfície de contato de pelo menos um segundo elemento (2) com o solo, o afastamento entre as ditas superfícies de contato sendo tal que em funcionamento normal as superfícies dos dois elementos entram ambas em contato com o solo;

b) Produzir um primeiro sinal representativo de um esforço tangencial na dita superfície de contato do dito primeiro elemento;

c) Detectar no dito primeiro sinal o instante de entrada na área de contato do dito primeiro elemento;

d) Detectar no dito primeiro sinal o instante em que o primeiro sinal sofre uma variação característica de uma perda de aderência; e

e) Produzir uma indicação característica de uma margem de aderência disponível a partir de uma função do primeiro sinal entre o instante de detecção da entrada na área de contato e o instante de detecção da dita variação característica.

9. Processo de detecção de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a dita função do primeiro sinal é a relação entre

o valor médio da derivada primeira do dito sinal em relação ao tempo e o valor do sinal no ponto característico de uma perda de aderência.

10. Processo de detecção de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a dita função do primeiro sinal é o intervalo de tempo que separa as ditas detecções.
- 5

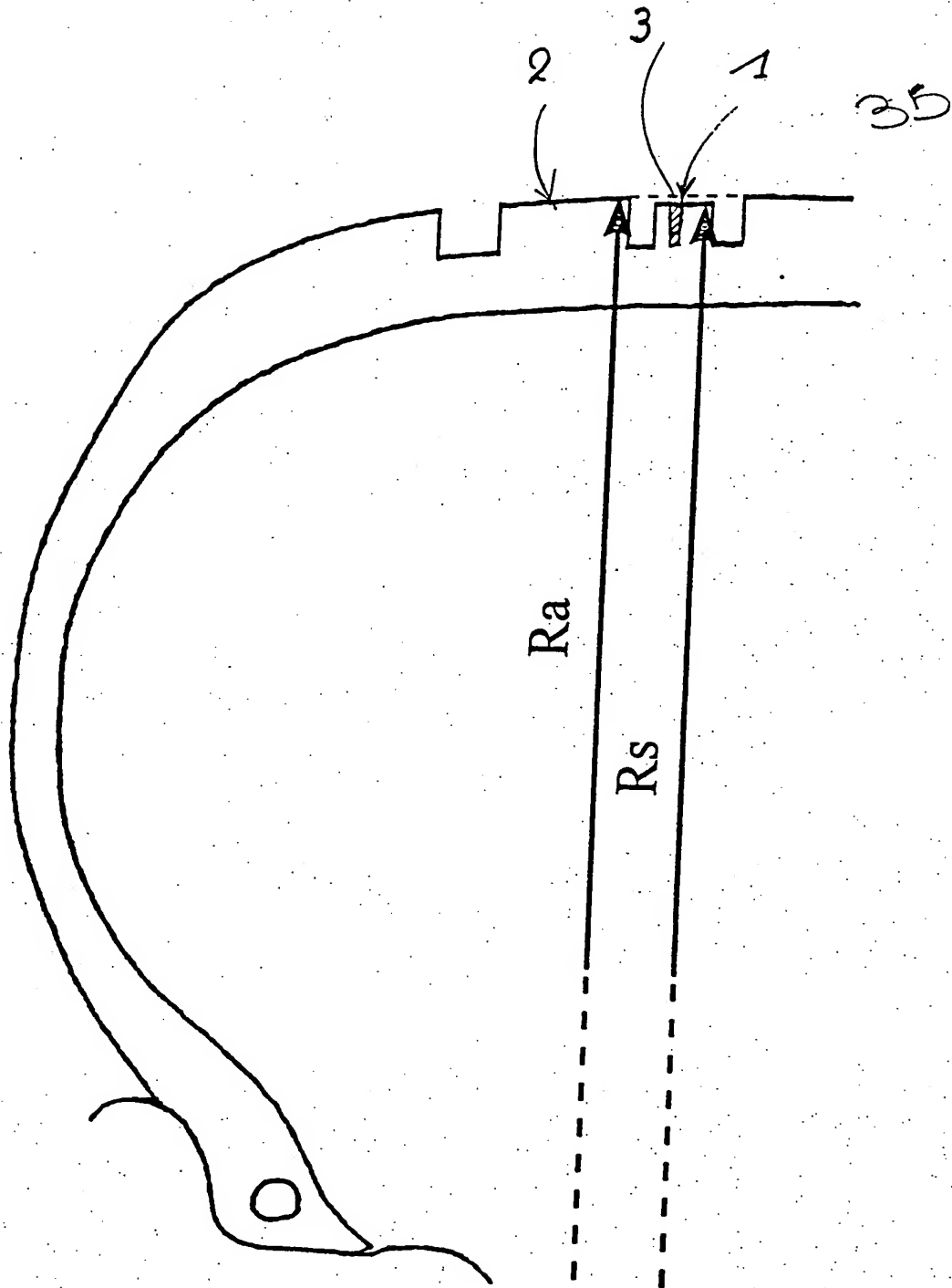


FIGURA 1

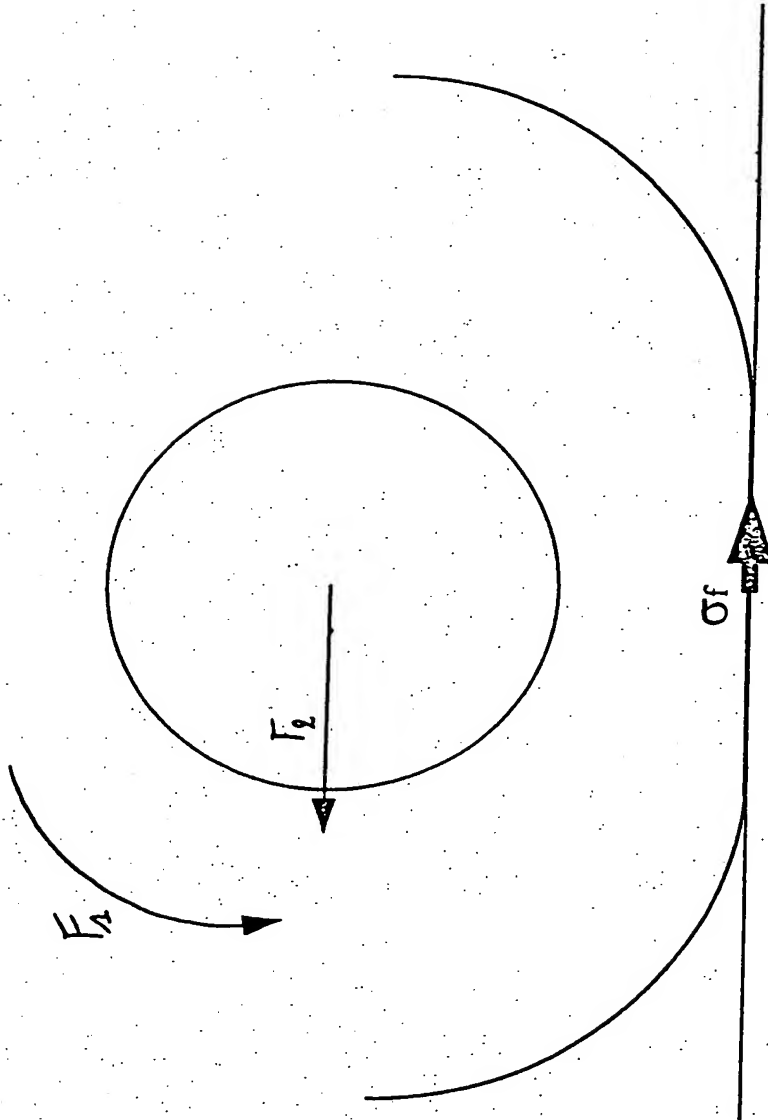
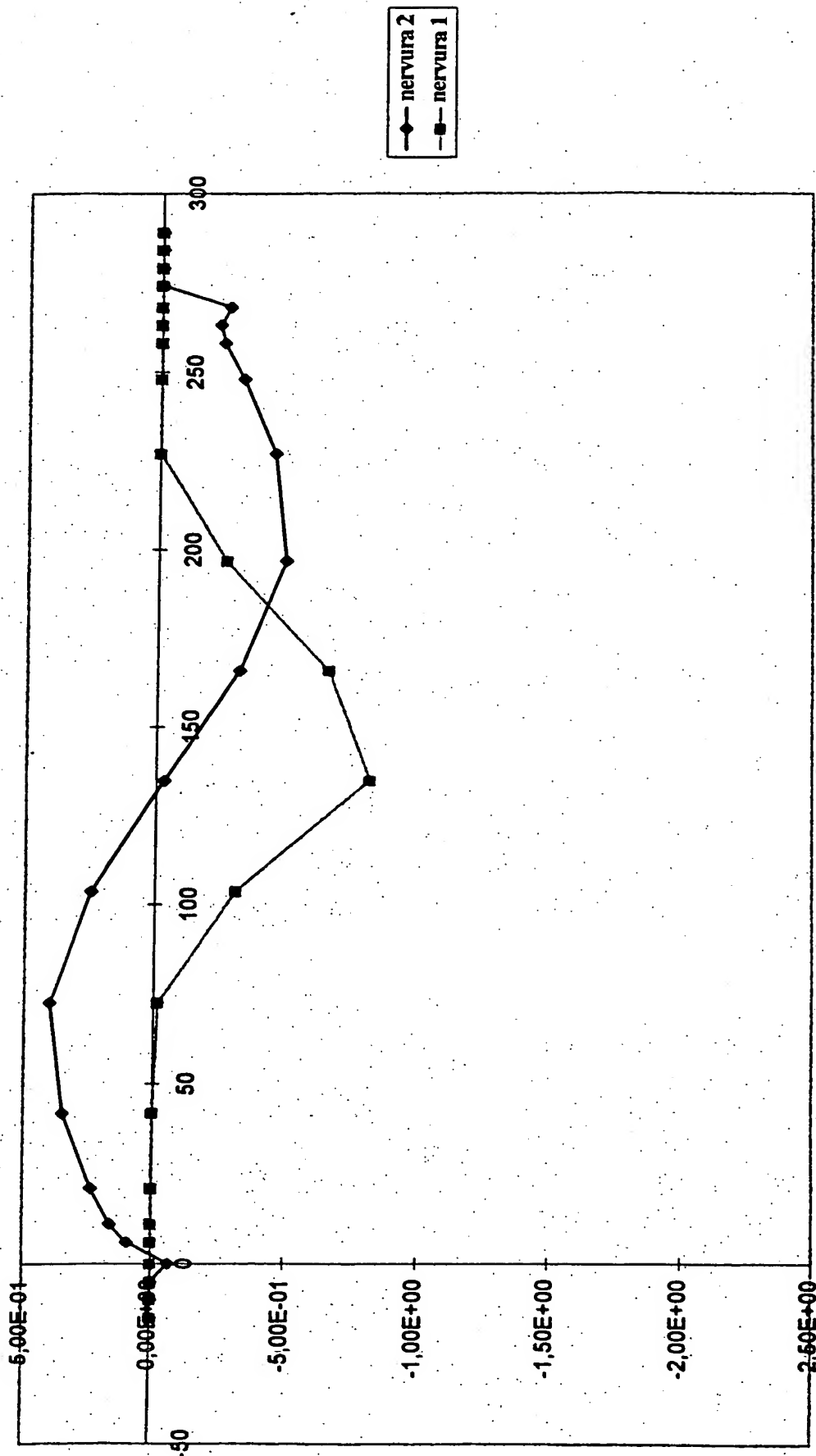
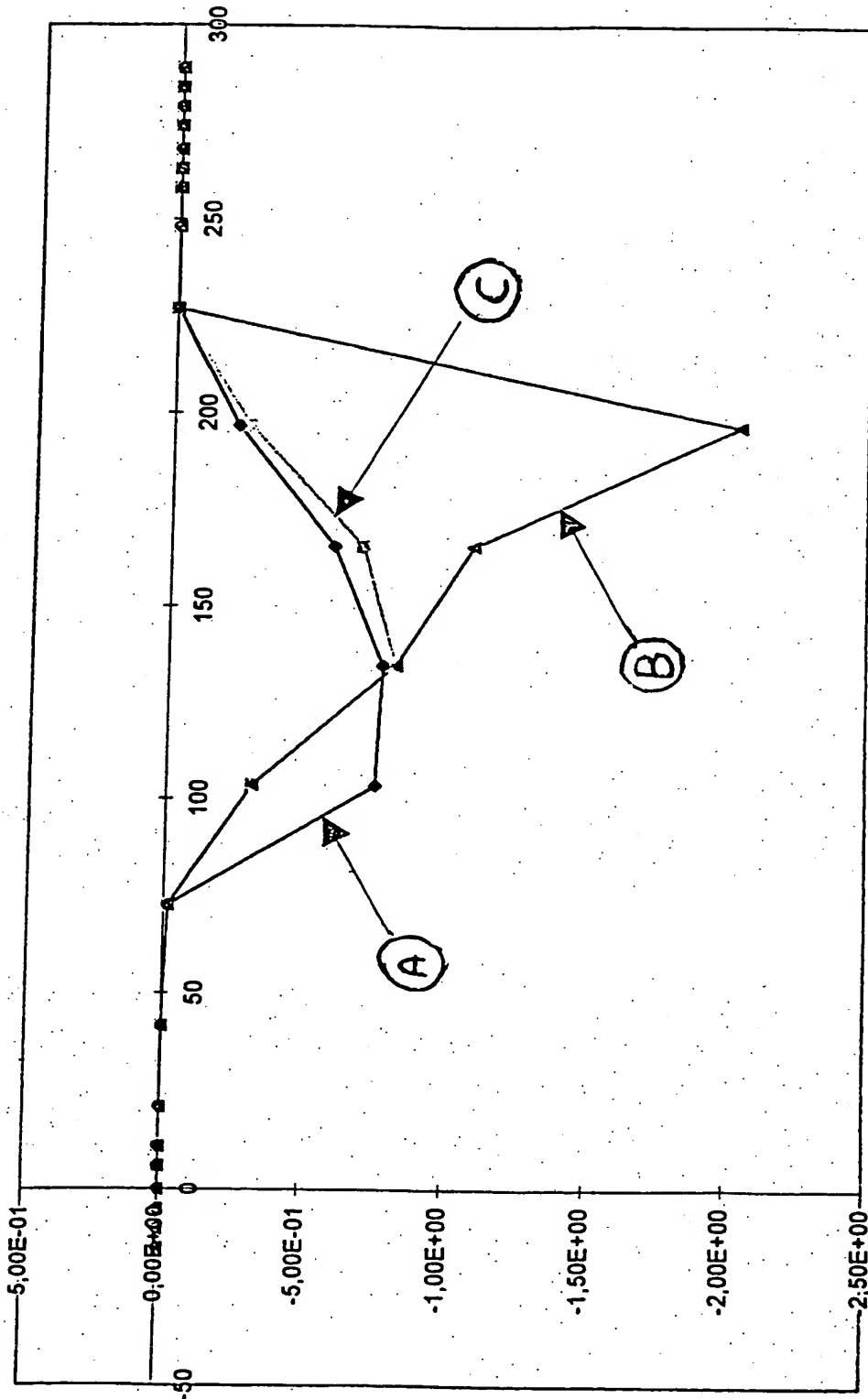


FIGURA 2



Distância em mm

FIGURA 4



Distância em mm

FIGURA 5

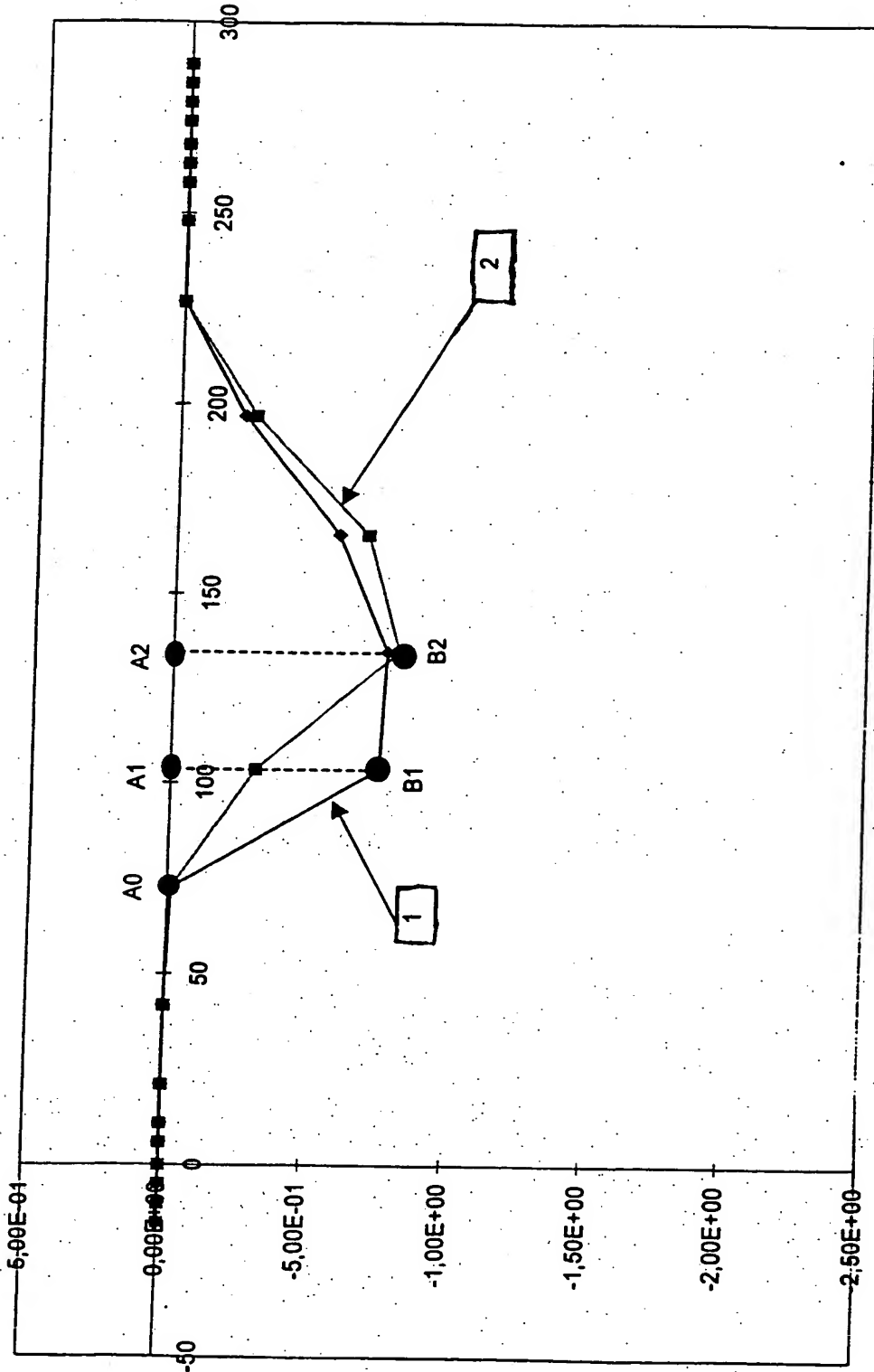


Fig. 6

FIGURA 6

Distância em mm

RESUMO

“PNEUMÁTICO E PROCESSO DE DETECÇÃO DE UMA
CARACTERÍSTICA DE ADERÊNCIA ENTRE UMA RODA QUE POSSUI
UMA BANDA DE RODAGEM DEFORMÁVEL E UM SOLO DE
5 RODAGEM”

O pneu possui uma nervura sacrificada (1) adjacente a uma
nervura comum (2).

Em funcionamento normal, a nervura sacrificada (1) desliza
sobre o solo enquanto que a nervura comum (2) não desliza sobre o solo.

10 Efetua-se uma medição de potencial de aderência máximo sobre o solo, a
qualquer instante, graças à nervura sacrificada (1).